

单 / 多踪示波器转换电路的设计

吉林大学 林占江 李玉杰

摘要: 本文介绍一种单 / 多踪示波器转换电路的设计方法、工作原理、电路调整等注意事项

关键词: 转换器、示波器、模拟开关

引言

在实际应用中,常常需要用示波器同时观测多个信号,或需要比较同一电路中不同点之间信号的频率、幅值和相位,以及观测电信号通过网络后的相移和失真等情况。为了对信号进行测量和比较研究,需要把不同信号或同一信号的不同部分同时显示在荧光屏上。这些都需要在荧光屏上能同时显示几个波形。为了实现这一目的,通常采用双扫描示波显示、多线显示或多踪显示。本文介绍的将单踪示波器改为多踪显示的一种装置,制作简单,与原有的示波器一起使用,既节约了开支,又提高了实验技术水平。

典型电路设计与分析

转换电路由 NE555 时基振荡器、74LS169 组成的计数器和 MAX309 多路开关等芯片构成,通过 1 个 Y 通道能同时显示多踪信号,电路简单、稳定、可靠,波形显示效果好,便于对信号进行分析和研究,其电路如图 1 所示。

本电路采用 555 芯片作为振荡器,其 3 脚输出的方波作为切换电路的控制信号,控制信号直接接在 16 进制的计数器上作为多路开关的选通信号。

MAX309 为双回路开关芯片,一路为直流通道,另一路

为信号通道,两路信号通过加法器后在示波器水平位置上同时显示四路不同的信号。由于输入信号为交流信号,故使用双电源供电,除保证交流信号正常传输外,同时也扩大了信号输出的动态范围。

外部电源仅需要 +5V 的电源电压,+5V 电压输入至 IC₁ (ICL7660) 的 8 脚,在其 5 脚输出 -5V 的电压,对多路开关芯片与运放进行供电。IC₂ (NE555) 接成多谐振荡器的形式,产生 35kHz 的方波作为 16 进制计数器 IC₃ (74LS169) 的时基信号。取 74LS169 的低两位 Qa、Qb, 连接到 IC₄ (MAX309) 的 A0、A1 端作为多路开关的选通信号。MAX309 为双回路的模拟开关芯片。其中一路是由 2K、1K、1K、1K 组成的电阻分压网络,分别取出 3V、2V、1V、0V 的直流电压作为信号所要显示波形的直流分量,使其在示波器的不同位置上显示出来。另一路则为信号源的四个输入端,通过 Qa、Qb 对四路开关的控制,分别对回路信号进行选通(两路选通信号同步进行)。信号由多路开关输出后再由运放电路 IC₅ (LF353) 进行放大或衰减处理。信号通过改变反馈电阻 10K、10K、40K、60K、60K 对其进行放大或衰减。用四路波段开关分别选择不同反馈电阻,实现不同增益的控制,最终完成与直流分量重叠相加后输出的目的。

电路调试

电路焊接完毕后,首先进行外观检查,检查无误后,再进行通电测试。用万用表测 ICL7660 的 5 脚是否为 -5V, 如果输出正确,进行下一步的测量,否则马上断电检查,是否有短路或电路焊错等问题;用示波器观察 555 输出的波形是否正确,其频率值是否与计算值相同;其次再用示波器观察计数器的 Qa、Qb 端的波形是否为 555 时基信号的二分频、四分频,最后观察第一路开关的输出是否为阶梯波信号,台阶数值分别为 0V、1V、2V、3V。然后分别接入 4 路不同的信号,用示波器观察其最终输入波形是否在示波器水平位置上显示出来,改变波段开关即可改变其幅值的大小。

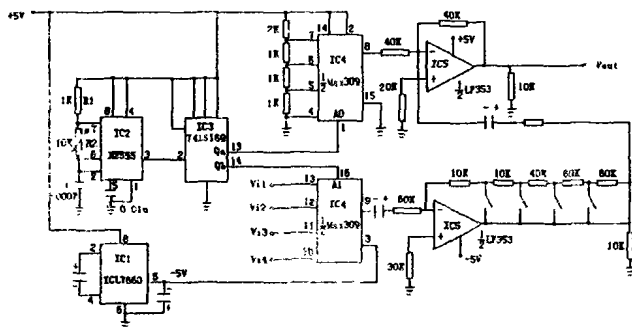


图 1 单 / 多踪示波器转换电路

振荡电路与模拟开关电路的分析

NE555时基振荡器输出频率的精度对由74LS169所组成计数器的可靠性影响较大,因此,必须给予重视。如图1所示,NE555组成的时基振荡器产生的振荡周期 $T=0.693(R_1+2R_2) \cdot C$,振荡频率 $f=1/T$,即 $f=1.443/(R_1+2R_2) \cdot C$,输出振荡频率波形的占空比 $D=t_1/T=(R_1+R_2)/(R_1+2R_2)$

注: t_1 为输出脉冲的持续时间

$$t_1=0.693(R_1+R_2) \cdot C$$

当 $R_2 \gg R_1$ 时,则D约等于50%,即输出振荡波形为方波。由上述有关公式的推导,得出以下结论。

- 振荡周期与电源电压 V_{DD} 无关,主要取决于充电放电的总时间常数,即仅与 R_1 、 R_2 和C的数值有关。

- 振荡信号的占空比与电容C的大小无关,而仅与 R_1 、 R_2 的大小比值有关。

模拟开关和多路转换器的作用主要用于信号的切换,目前集成模拟电子开关在小信号领域已成为主导产品,与以往的机械触点式电子开关相比,集成电子开关有许多优点,例如,切换速率快、无抖动、耗电省、体积小、工作可靠且容易控制等。但它也有若干缺点,如导通电阻较大,输入电流容量有限,动态范围小等。因而集成模拟开关主要使用在高速切换,要求系统体积小的场合。在较低的频段上($f < 10\text{Hz}$),则广泛采用双极晶体管工艺。

选择开关时需要重点注意以下指标:

- 通道数量。集成模拟开关通常包括多个通道,通道数

量对传输信号的精度和开关切换速率有直接的影响,通道数量越多,寄生电容和泄漏电流就越大。

- 泄漏电流。一个理想的开关要求导通时电阻为零,断开时电阻趋于无限大,漏电流为零,常规的CMOS漏电流约1nA。如果信号源内阻很高,传输信号是电流量时,就特别需要考虑模拟开关的泄漏电流,一般希望泄漏电流越小越好。

- 导通电阻。导通电阻会损失信号,使精度降低,尤其是当开关串联的负载为低阻抗时损失会更大。因此,导通电阻的一致性越好,系统在采集各路信号时由开关引起的误差也就越小。

- 开关速度。指开关接通或断开的速度。对于需要传输快变化信号的场合,要求模拟开关的切换速度快,同时还应考虑与后级采样保持电路A/D转换器的速度相适应,从而以最优的性能价格比来选择器件。

除上述指标外,芯片的电源电压范围也是一个重要参数,它与开关的导通电阻和切换速度等有直接关系,电源电压越高,切换速度越快,导通电阻越小,反之,导通电阻越大。

结语

在电路设计和调试过程中发现,对波形显示效果影响最大的因素是NE555振荡器的振荡频率和幅度的稳定性,要想在示波器上得到完整而稳定的波形,频率不能偏低,幅度不宜过小。

EPC

(上接第19页)

● 背光源

由于液晶显示器是靠反射光线进行显示的器件,因此在环境光线较弱时,就需要有光源来使显示变得清晰。这就产生了液晶显示的采光技术。从目前背光源的类型来看,一般分为LED型、EL型和CCFL型。下面简单介绍这三种背光源各自的特点和选用原则。

LED背光源具有工作电压低、亮度高、使用寿命长的优点,发光颜色也有多种,但工作电流较大。一般一支LED典型的工作电压是2.1V,电流约10mA左右。在背光源的实际电路中,是把两支LED串联使用,使工作电压接近数字电路的工作电压5.0V。在显示面积较大的情况下,需要把很多LED串联后再并联起来,需要很大的电流。例如,一个发光面积为80.0mm × 30.0mm的LED背光源就需要24对LED并联到一起,工作电流将达到240mA。这样大的电流对于功耗要求严格的系统来说是不允许的。为了降低电流,可以使

用侧部发光的背光源。这种背光源是在导光板的侧部安装了LED的背光源,具有光线均匀、电流低、体积小的优点。

EL背光源是通过交变电场激发在两片透明电极中间的荧光粉发光而制成的,最大的特点是特别薄,厚度一般不超过0.8mm,而且发光均匀。缺点是需要较高交流电压来驱动(AC100V,400Hz)、寿命短。功耗一般为每平方厘米几个毫瓦,亮度为每平方米几十坎德拉。发光颜色有天蓝色、绿色、黄色等多种颜色,实际使用时,需要专门的驱动器。

CCFL背光源是这三种背光源中亮度最高的,可达到每平方米几千坎德拉。工作电压是1000V左右的交流电,在实际使用中也需要配置专门的驱动电路。一般在显示面积较大时采用这种类型的背光源,如笔记本电脑等。

总的来说,这三种背光源性能各有千秋,在实际设计液晶显示模块时可根据具体情况选择合适的光源类型。

EPC